Aus der Medizinischen Klinik der Universität Breslau
Direktor: Professor Dr K. Gutzeit

Vitalkapazität und apnoische Pause bei Gesunden und Herzkranken

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin der Hohen Medizinischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Heinz-Joachim Kunith

Breslau 1940

Dissertationsdruckerei R. Nischkowsky (v. Heydebrand)

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Breslau.

---

1. Referent: Prof. Dr. Parade
2. Referent: Prof. Dr. Bittorf
Dekan: Prof. Dr. Gottron

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet

Vitalkapazität und apnoische Pause bei Gesunden und Herzkranken.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, bald nach Erfindung des Spirometers, veröffentlichten Hutchinson und Arnold grundlegende Arbeiten über den Wert und die Größe der Vitalkapazität (V. K.). Sie stellten die V. K. in Beziehung zu Geschlecht, Alter, Gewicht, Größe und Brustumfang, fanden aber nur lockere Zusammenhänge mit diesen Zahlen. Die genauesten Werte ergaben sich noch durch die Berechnung aus der Körpergröße. Auch in den späteren Untersuchungen stößt man auf die verschiedensten Ergebnisse. Die größte Annäherung an die gemessenen Werte fanden Amar, Jackson und Rainoff in der Berechnung der V. K. aus dem Gewicht, West aus der Oberfläche, Hochrein, Turner und Worringen aus der Größe, Piolti aus dem Brustumfang und in zweiter Linie erst aus der Größe. Rohrwasser stellte nur lockere Beziehungen zu den verschiedenen Körpermaßen und Indices (nach Brugsch, Kaup, Kruse, Martin, Pignet, Rohrer) fest, die nicht die Ableitung regelmäßiger Beziehungen für die ärztliche Praxis gestatten. Anthony empfiehlt die Berechnung für den Grundumsatz nach Benedikt und Harris, multipliziert mit 2,4 für Männer und 2,2 für Frauen. In dieser Formel finden neben Gewicht und Größe auch noch das Alter Berücksichtigung.

Die V. K. ist auch in weitestem Maße von dem Alter der Patienten abhängig. Hofbauer und Worringen fanden sie am höchsten zwischen 20 und 30 Jahren. Pratt sah die größten Werte zwischen 30 und 40 Jahren. Nach dem 60. Lebensjahr betrug sie 75 %, nach dem 70. etwa 50 % der Soll-V. K. Bowen fand bis zu 50 Jahren normale Werte. Dann erfolgt ein jäher Abfall, und mit 85 Jahren beträgt sie nur noch 50 %.

Wird die Lungenfaßkraft im Liegen gemessen, so ist sie gegenüber den Werten bei zwanglos stehender Haltung vermindert (Bohr, Rabinowitch, Calhoun). Dagegen erfährt sie eine Zunahme von 30—300 ccm bei hinter dem Kopf

verschränkten Armen (Zoboli). Der barometrische Druck braucht nicht berücksichtigt zu werden. Erst in Höhen von 3500 m sah Schneider eine Abnahme der V. K. um etwa 8 %.

Ein großes Kapitel nehmen die Arbeiten über die Änderung der V. K. bei Herzerkrankungen ein, auf die später noch eingegangen werden soll. Dabei begegnet man großen Meinungsverschiedenheiten über den Grund der V. K.-Verminderung. Infolge Versagens des linken Herzens kommt es zur Stauung im kleinen Kreislauf. Nach Traube wölben sich nun die blutstrotzenden Kapillaren in das Innere der Alveolen vor und engen ihr Lumen ein. Dagegen steht die Ansicht von Baschs, der die Begriffe der „Lungenschwellung" und der „Lungenstarre" prägte. Er sieht in der Lungenschwellung eine Dehnung der Alveolen, sodaß die Lunge volumimetrisch größer wird, in der Lungenstarre aber durch die Blutüberfüllung eine so starke Elastizitätszunahme der fest-flüssigen Substanz, daß ihre Dehnbarkeit bei der Inspiration herabgesetzt ist. Bittorf und Forschbach, Reinhardt bekennen sich zur Baschschen Lehre, während Siebeck der Ansicht Traubes zuneigt. Er hält die Annahme einer Lungenstarre zwar für berechtigt, lehnt aber eine „starre Dehnung" entschieden ab. Außerdem üben bei schwerer Insuffizienz Bronchitis, Hypostase, Lungenoeden und Transsudat einen erheblichen Einfluß auf die Atmung aus. Daneben spielt die gestaute Leber und der Ascites eine große Rolle, sodaß die abdominelle Komponente der Atmung in den Hintergrund tritt und durch die Brustatmung ersetzt wird (Reinhardt). Engelhard ist der Ansicht, daß beide Anschauungen sich in der Mitte treffen. Nach Bruns wird der Thorax durch das angstvoll gesteigerte Luftbedürfnis in Inspirationsstellung gehalten. Weiterhin spielt aber auch die allgemeine Kraftlosigkeit des Kranken im Anfall mit, und endlich ist es die „Angst, dabei ersticken zu müssen", die den Kranken an einer längeren energischen Ausatmung hindert. Drinker, Peabody und Blumgart haben im Tierexperiment die Traubesche, aber nicht die Bachsche Ansicht nachweisen können.

Gleichgültig, wie man zu diesen beiden Theorien steht, resultiert aus den bisherigen Arbeiten eindeutig eine Blutanschoppung in der Lunge als Grund der V. K. - Verminderung. Ob sie bedingt ist durch erhöhten venösen Zustrom zum Herzen oder durch Minderleistung des linken Ventrikels, bleibt dem einzelnen Fall überlassen. In den letzten Jahren wurden

interessante Versuche aus der Hamburger Klinik veröffentlicht. Schulten, Budelmann und Lippelt beobachteten nach Injektionen von ½ mg Adrenalin an gesunden Menschen ein starkes Absinken der V. K. Eine ähnliche Wirkung üben hohe Dosen Sympatol (0,12 g) aus. Kleine Gaben beeinflussen die V. K. nicht, mittlere Dosen (0,06 und 0,09 g) erhöhen sie. Erklärt wird dies dadurch, daß bei den kleineren und mittleren Mengen der herzfördernde Einfluß des Sympatols die Gefäßwirkung überwiegt (Budelmann). Den Einfluß von Bädern auf die V. K. konnte Budelmann nachweisen. Dabei kommt es bei Gesunden zu einem kurzdauernden, bei Herzkranken zu einem längeren Abfall der V. K. Daß dies nicht durch den hydrostatischen Druck bedingt ist, geht daraus hervor, daß noch während des Bades bei gleichbleibenden hydrostatischen Verhältnissen die V. K. wieder ansteigt. Ebenfalls kommt es nach starker Wickelung der Extremitäten infolge Verdrängung des Blutes in zentrale Gefäßgebiete zu einem Absinken der Lungenfaßkraft. Aber auch das Umgekehrte konnte Budelmann nachweisen. Nach Aderlässen von 500—1000 ccm steigt die V.-K. deutlich an, die Atmung wird „freier und tiefer". Aus all diesen Versuchen ist zu ersehen, daß die Ursache der Dyspnoe und somit der V. K.-Verminderung eine stärkere Blutfüllung der Lunge ist, und daß sich Blutfüllung und Luftgehalt der Lungen umgekehrt proportional verhalten. Tritt nach starker Lungenstauung eine Dekompensation durch Leberschwellung und Stauung vor dem rechten Herzen auf, so wird dadurch der kleine Kreislauf entlastet und durch Schwinden der Blutüberfüllung der Lungengefäße steigt die V. K. (Scherf). Das daraus folgende Wohlbefinden durch Nachlassen der Dyspnoe ist aber nur eine scheinbare Besserung des Krankheitsbildes.

Die V. K. ist bei Kreislaufinsuffizienten, besonders aber bei linksüberlastetem Herzen, herabgesetzt. Nach Allen und Hochrein ist dabei die Aetiologie der Insuffizienz bedeutungslos. Ziskin sieht in der V. K. zwar eine wertvolle Hilfe für die Beurteilung Herzkranker, es besteht jedoch weder ein Parallelismus zwischen V. K. und Herzleistungsfähigkeit noch zwischen V. K. und Art der Herzerkrankung. Burton-Opitz beobachtete bei kompensierten Vitien normale Werte. Erst bei Dekompensation tritt ein Abfall der V. K. ein. Diese Feststellung, daß die V. K. bei kompensierten Kreislaufkranken normal oder nur leicht vermindert ist, wurde auch von anderer Seite gemacht (Lundsgaard). Aber es kommt ja nicht allein auf die Ruhekapazität an, sondern vor

allen Dingen darauf, wie der Patient bei Belastung reagiert. Darauf hat besonders Wachholder hingewiesen. Nach körperlicher Anstrengung kommt es zu einer stärkeren Blutfüllung der Lungen. Dieser erhöhten Beanspruchung des rechten Herzens paßt sich der linke Ventrikel aber bald durch vermehrte Auswurfsleistung an: das Herzminutenvolumen steigt. Daher kommt es nur zu einer kurzdauernden und geringfügigen Verminderung der V. K. Bei kompensierten Herzkranken fand Budelmann ähnliche Verhältnisse wie beim Gesunden, wenn auch das Minutenvolumen nicht in dem Maße ansteigt. Bei dekompensierten Insuffizienten fällt dagegen das Herzminutenvolumen, und diese Minderleistung des linken Ventrikels kann nur durch Frequenzsteigerung ausgeglichen werden. Die V. K. sinkt hierbei weit stärker, und die Erholungszeit beträgt 10—15 Minuten. Neben der Größe der V. K.-Verminderung spielt diese Zeit, während der die V. K. nach Belastung zur Norm zurückkehrt, eine große Rolle, wenn eine verlängerte Rückkehrdauer auch vielfach auf mangelhaftes Training zurückzuführen ist.

Neben den eigentlichen Herzinsuffizienzen ist auch bei Hyperthyreosen die V. K. herabgesetzt, und zwar je stärker der Grundumsatz über die Norm gesteigert ist (Rabinowitch). Mc Kinlay sieht als Ursache der V. K.-Verminderung eine thyreotoxische Herzmuskelschädigung.

Von einigen Autoren (Peabody, Schmitz und Wachholder) wurde der Versuch gemacht, die Patienten entsprechend der Größe der V. K. vor und nach Belastung zu klassifizieren. Es sei hier einmal die Einteilung nach Peabody wiedergegeben:

1. Gruppe: Keine deutliche Abnahme der V. K. Herzbefund oft zufälliger Nebenbefund. Keine Dyspnoe, also immer gutes Kompensationsstadium.

2. Gruppe: V. K. zwischen 70 und 90 % des Normalen. Dyspnoe bei mäßiger Anstrengung. Meist arbeitsfähig, wenn auch beschränkt. Geringe Neigung zur Herzinsuffizienz.

3. Gruppe: V. K. zwischen 40 und 70 %. Viel weniger guter Allgemeinzustand. Dyspnoe ist das hervorstechendste Symptom, auch bei geringster Anstrengung. Gute Übereinstimmung zwischen V. K. und klinischem Wohlergehen. 40—45 % der V. K.: bettlägerig. Auch im Bett oder bei geringster Anstrengung leicht Dyspnoe. 45—60 % der V. K.: im Bett selten dyspnoisch. Herum-

gehen in langsamen Tempo, bei manchen auch ganz leichte Arbeit möglich.

4. Gruppe: V. K. 40 % und weniger. Dauernd bettlägerig, dyspnoisch oder dies doch bei geringster Anstrengung. Überall enge Beziehungen zwischen V. K. und dem klinischen Bild.

In den letzten Jahren hat die Messung der V. K. eine große Bedeutung auf dem Gebiete des Sportes erlangt. Der Sportarzt macht ja nicht nur, wie der Kliniker, einen Unterschied zwischen krank und gesund, sondern auch zwischen gesund und leistungsfähig. Erst das Verhalten der V. K. nach größeren Anstrengungen gibt einen Aufschluß über den Zustand und die Leistungsfähigkeit des Herzens. Hofbauer wendet sich gegen die Ansicht, daß auf Grund der erhobenen Spirometerwerte ein Schluß auf den Gesundheitsgrad oder die sportliche Leistungsfähigkeit gezogen werden könne. Aber man vermißt in seinen Untersuchungen gerade die von anderer Seite als maßgebend angesehenen Messungen nach Belastung. Hochrein und Matthes sind der Meinung, daß das Elektrokardiogramm, und zwar in Ruhe und nach Anstrengung, und die V. K. in den meisten Fällen genügen, um den Eintritt einer Herzinsuffizienz frühzeitig erkennen zu können. Sie berichten von einem 23 Jahre alten Sportler, dessen Untersuchung vor einem 25-km-Gepäckmarsch keinen krankhaften Befund und eine V. K. von 5,3 l ergab, der danach aber nur noch eine Lungenkapazität von 2,6 l und im E. K. G. eine starke respiratorische Deformation von QS in Abbl. 1 mit angedeutetem Aborisationsblock und leichte koronare Deformationen von T_2 und T_3 zeigte. Ihm wurde deshalb geraten, die sportlichen Übungen für einige Zeit auszusetzen. Gegen ärztlichen Rat beteiligte er sich weiter an sportlichen Wettkämpfen und mußte deshalb nach zwei Monaten wegen Herzmuskelschwäche, verbunden mit schwerer Kreislaufdekompensation, ins Krankenhaus aufgenommen werden. Auch Worringen und Wachholder berichten Ähnliches. Ein Absinken der V. K. ist nicht nur dann festzustellen, wenn eine Schädigung durch objektive Krankheitssymptome belegt ist, sondern auch schon dann, wenn diese so gering sind, daß sie sich der Wahrnehmung entziehen, oder sogar noch völlig fehlen. Das kann man besonders zu Beginn eines Übertrainings beobachten. Schmidt wendet sich gegen die Ansicht Worringens. Er hält die Frage, ob der V. K. - Abfall ein diagnostisches Zeichen des Übertrainings sei, noch nicht für geklärt, und sieht es als nicht bewiesen an, daß durch Unterbrechung der sport-

lichen Tätigkeit diese Erscheinung des Übertrainings verhindert wurde. Denn es würde nichts erwähnt, daß bereits andere Symptome die Annahme eines Übertrainings oder auch nur seines unmittelbar bevorstehenden Beginns berechtigt erscheinen ließen. Jedenfalls bedeutet aber das Verhalten der V. K., und zwar möglichst fortlaufende Messungen, dem Sportarzt ein wichtiges Hilfsmittel zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit.

Eine zweite Funktionsprüfung stellt die Apnoische Pause (A. P.) dar, d. h. die Zeit, in der der Patient nach In- bzw. Exspiration den Atem anzuhalten imstande ist. Sie ist — abgesehen von dem psychischen Moment, das gerade hierbei eine ungeheure und nicht zu unterschätzende Rolle spielt — von der in den Lungen enthaltenen frischen Luft abhängig (Fabre, Amphoux und Galamini). Dabei besteht eine Übereinstimmung zwischen A. P. und V. K. Je mehr die Lungenfaßkraft zunimmt, desto größer ist auch die Atemhaltedauer. Wittich und Polczak konnten auch an Herzkranken eine parallelgehende Verkleinerung dieser beiden Größen feststellen, während Heald kein genügendes Zusammenstimmen zwischen V. K. und A. P. fand. Die exspiratorische A. P. beträgt 20—30, die inspiratorische 40—100 Sekunden (Binet und Bourgeois, Eisenschimmel-Eisen, Gönczy). Wittich und Polczak geben als inspiratorische Werte 50—60 Sek. für Männer, 40—50 Sek. für Frauen an. Im Liegen ist die A. P. gesteigert. Binet und Bourgeois berichten von einem Schwimmer, der im Stehen den Atem 100 Sek., in horizontaler Lage dagegen 150 Sek. anzuhalten vermochte.

Bei kompensierten Herzkranken ist nach Inspiration die durchschnittliche A. P. 34, bei Dekompensierten 19 Sek. Nach Gönczy geht die exspiratorische A. P. bei Gesunden nach Belastung auf 15—18 Sek. zurück, bei Insuffizienten beträgt sie nur noch 12 und weniger. Eisenschimmel-Eisen legt großen Wert auf den Index $\frac{\text{inspirator. Apnoe.}}{\text{exspirator. Apnoe.}}$ Bei Gesunden beträgt er mindestens 2, bei Affektionen des Zirkulationsapparates etwa 1.

Zusammenfassung.

Die Vitalkapazität ist in erster Linie abhängig von Größe, Gewicht und Alter des Menschen. Der Gesunde reagiert auf Belastung nur mit einer geringfügigen Senkung der Lungen-

faßkraft. Nach kurzer Zeit ist bereits wieder der Höchstwert erreicht. Beim Herzkranken ist infolge der Blutanschoppung in der Lunge 1. die Ruhe-V. K. herabgesetzt, 2. sinken die Belastungswerte unter 90 % der Ruhekapazität, und die Rückkehrdauer zur Norm beträgt mehrere Minuten. Bei dekompensierten Vitien ist die V. K. durch Komplikationen, wie Stauungsbronchitis, Lungenoedem und Ascites, in noch weit stärkerem Maße beeinträchtigt. Einige Autoren beobachteten bei kompensierten Insuffizienten ein ähnliches Verhalten der V. K. wie beim Gesunden.

Die inspiratorische Apnoe ist von der Menge der vorher eingeatmeten Luft, also von der Größe der V. K., abhängig. Gesunde können den Atem 40—100 Sek. anhalten. Die durchschnittlichen Werte betragen bei kompensierten und dekompensierten Herzinsuffizienten 34 bzw. 19 Sek. Untersuchungen nach Anstrengung wurden nicht durchgeführt. Die exspiratorische A. P. schwankt zwischen 20 und 30 Sek. Sie sind nach Belastung bei Gesunden auf 15—18, bei Herzkranken auf 12 Sek. und darunter. Der Index, das Verhältnis von inspiratorischer zu exspiratorischer Apnoe, beträgt im Normalen mindestens 2, bei Insuffizienten etwa 1.

Methodik.

Zur Bestimmung der Vitalkapazität wurden die Versuchspersonen horizontal mit etwas erhöhtem Oberkörper gelagert. Diese Anordnung trafen wir, um mit Rücksicht auf schwer dekompensierte Kreislaufinsuffiziente gleiche Bedingungen für alle Patienten zu schaffen. Verwendet wurde der Wasser-Spirometer nach Barnes.

Man läßt jetzt zweimal tiefer einatmen, um dadurch schon eine größere Entfaltung der Lungen für die beim dritten Atemzuge erfolgende maximale Inspiration einzuleiten. Zur Erreichung des Höchstwertes wird die Bestimmung der Ruhekapazität dreimal durchgeführt. Dann erfolgt die Belastung, die darin besteht, daß der Patient aus der Rückenlage beide Beine für die Dauer einer Minute zur Senkrechten erhebt. Die V. K. wird dann sofort, nach 2, 5 und nach 8 Minuten gemessen.

Die Atemhaltedauer bestimmen wir, indem wir die Vp. nach dreimaliger vertiefter Atmung tief aus- bzw. einatmen ließen. Nach der Belastung maßen wir zuerst den exspiratorischen und eine Minute nach Beendigung der Anstrengung den inspiratorischen Wert.

Zur Berechnung der Soll-V. K. wurde der Sollgrundumsatz nach Benedikt und Harris verwendet, multipliziert mit dem von Anthony angegebenen Index von 2,4 für Männer und 2,2 für Frauen. Diese Formel zeigte noch die größte Annäherung an die von uns an gesunden Vp. gemessenen Werte, während die von Piolti und West angegebenen Formeln zu große Schwankungen aufwiesen. Besonders bei Personen mit einer Größe über 180 cm und einem Gewicht von mehr als 80 kg ergaben sämtliche Berechnungen, auch die auf den Sollgrundumsatz, viel zu geringe Werte gegenüber der gefundenen Vitalkapazität.

Untersuchungsergebnisse.

A. Untersuchungen an Gesunden.

Wie schon erwähnt, liegen die an Gesunden gefundenen V. K. - Werte über der nach Anthony errechneten Soll-V. K., in vier von insgesamt 30 Fällen sogar mit 1—1,5 Litern. Dabei handelt es sich nicht etwa um besonders trainierte Sportler, sondern um Patienten und Ärzte der Klinik und um einige Studenten. In vier FäJen zeigte der Spirometer unbedeutend niedrigere Werte. Durchschnittlich lagen sie 450 ccm über der Soll-V. K. Diese Differenz veranlaßte uns, einmal den von Anthony angegebenen Index (für Männer 2,4, für Frauen 2,2) zu überprüfen. Die Division der V. K. druch den Sollgrundumsatz ergab 2,68 für Männer und 2,4 für Frauen.

Alter	V. K.	Abfall nach Belastung auf
18—30 Jahre	4270.	95,6 %
31—40 Jahre	4200.	94,8 %
41—55 Jahre	3900.	93,4 %.

Tabelle 1.

Tabelle 1 gibt die Durchschnittswerte wieder. In den ersten beiden Altersklassen ist nur ein geringer Unterschied in der V. K. zu verzeichnen, erst bei Personen über 40 Jahren macht sich eine Differenz von 300 ccm bemerkbar. Nach der Belastung fiel die V. K. nie unter 91 %, im Mittel für alle drei Altersklassen auf 95,1 % des Ausgangswertes. Die Rückkehrdauer zur Norm betrug in drei Fällen 2 Minuten, in sechs

Fällen 5 Minuten und in 11 Fällen 8 Minuten. Bei einer Normalperson fiel die V. K. nach Anstrengung nicht ab und bei einigen anderen erst 2 Minuten nach Belastung.

	Exspirium.		Inspirium.		
Alter	A. P.	Abfall nach Belastung um	A. P.	Abfall nach Belastung um	Index
18—30 Jahre	34	22,2 %	77	11,8 %	2,35.
31—40 Jahre	29	26,0 %	59	5,8 %	2,10.
41—55 Jahre	24	18,1 %	53	15,5 %	2,24.

Tabelle 2.

Die exspiratorische Atemhaltedauer wurde bei allen untersuchten Personen zwischen 18 und 58, durchschnittlich 31 Sekunden gemessen. Im Inspirium betrug sie 40—110, der Mittelwert 69 Sekunden. Der Index $\frac{\text{inspiratorische Apnoe}}{\text{exspiratorische Apnoe}}$ wurde mit 2,27 errechnet. Aus Tabelle 2 sind die durchschnittlichen Werte für die drei Altersklassen zu ersehen.

Die exspiratorische Apnoe fiel nach Belastung im Mittel um 22,7 %, die inspiratorische um 10,7 %, im einzelnen aber nicht um mehr als 20 % des Ruhewertes. In einem Fall war im Exspirium, in fünf Fällen im Inspirium kein Abfall nach Anstrengung zu verzeichnen. Vergleiche mit der Lungenfaßkraft zeigten, daß eine hohe V. K. auch eine lange Atemhaltedauer bedingt.

B. Untersuchungen an Herzkranken.

1. Kompensierte Linksinsuffizienz.

In diesen Versuchen konnte beobachtet werden, daß die Vitalkapazität im Gegensatz zu den Angaben von Budelmann andere Verhältnisse gegenüber den Herzgesunden zeigt. Zunächst fallen die niedrigen V. K.-Werte im Vergleich zur Soll-V. K. auf; nur im Fall M. Th., einer Mitralinsuffizienz nach Polyarthritis, lag sie um 250 ccm höher als die Soll-V. K. Im Durchschnitt blieb die Lungenfaßkraft um 390 ccm darunter.

Die Belastungswerte sanken durchschnittlich auf 85,0 % der Ruhewerte. Einige Insuffiziente zeigen nur einen geringen

Pat.	Diagnose	Soll-V. K.	V. K.	Abfall auf %	Messung nach Belastung sofort	nach 2′	nach 5′	nach 8′	Größter Abfall auf %
Ch. W.	Mitralstenose	2840	2000	60,0	1200	1800	1800	2000	60,0
E. K.	„	2710	2600	88,5	2300	2300	2500	2600	88,5
W. J.	„	3370	2800	82,2	2300	2600	2800	2800	82,5
G. G.	„	3070	2200	77,3	2000	1700	1800	2200	77,3
M. Th.	Mitralinsuffiz.	2950	3200	93,8	3000	3000	3100	3200	93,8
A. Schn.	„	2630	2300	91,3	2100	2200	2300	2100	91,3
M. S.	„	3070	3000	63,3	1900	2800	2800	3000	63,3
M. S.	„	3120	3000	90,0	2900	2700	2900	2700	90,0
M. P.	„	3070	3000	96,7	3000	2900	3000	3000	96,7
H. Z.	„	2850	1700	94,1	1600	1600	1700	1700	94,1
I. U.	Aorteninsuffiz.	3890	3800	76,3	2900	3400	3800	3800	76,3
G. B.	Linksinsuffiz.	3290	3100	87,1	2700	2800	2900	2900	87,1
H. K.	Mitralvitium	3940	3900	94,9	3700	3900	3900	3900	94,9
H. K.	„	4080	3800	92,1	3500	3600	3700	3600	92,1
W. St.	„	3460	3200	90,6	2900	3100	3200	3200	90,6
A. Schr.	„	2830	1300	65,4	850	1300	1200	1200	65,4

Tabelle 3.

Vitalkapazität bei Linksinsuffizienz (kompensiert).

		Exspirium.			Inspirium.			
Pat.	Diagnose	v. Bel.	n. Bel.	Abfall um %	v. Bel.	n. Bel.	Abfall um %	Index
Ch. W.	Mitralstenose	25	20	20,0	30	21	30,0	1,2
E. K.	„	23	14	39,1	40	32	20,0	1,74
W. J.	„	21	15	28,6	42	33	21,4	2,0
G. G.	„	14	10	28,6	26	17	34,6	1,86
M. Th.	Mitralinsuffiz.	22	15	31,8	47	42	10,6	2,14
A. Schn.	„	18	10	44,4	35	25	28,6	1,95
M. S.	„	27	18	33,3	50	30	40,0	1,85
M. S.	„	34	20	41,2	44	20	54,4	1,29
M. P.	„	30	25	16,7	42	36	14,3	1,4
H. Z.	„	26	10	61,5	41	31	24,4	1,58
I. U.	Aorteninsuffiz.	13	6	53,8	20	15	25,0	1,54
G. B.	Linksinsuffiz.	33	18	45,5	62	45	27,4	1,88
H. K.	Mitralvitium	21	14	33,3	45	37	17,8	2,14
H. K.	„	18	16	11,1	33	33	0,0	1,83
W. St.	„	33	14	57,6	50	40	20,0	1,52
A. Schr.	„	22	10	64,5	32	18	43,7	1,45

Tabelle 3 a.

Apnoische Pause bei Linksinsuffizienz (kompensiert).

Abfall, wie man ihn auch bei Herzgesunden beobachten kann. Der Grund liegt einesteils darin, daß sich die Patienten in einem guten Kompensationsstadium befinden, andererseits aber, wie es im Fall H. Z. am deutlichsten ist, die Ruhekapazität schon derart niedrig ist, daß nach Anstrengung eigentlich kein größerer Abfall mehr zu erwarten ist. Bei drei Kranken kehrten die Werte nach 2 Minuten zur Norm zurück, bei fünf Patienten nach 5 und bei der gleichen Anzahl nach 8 Minuten. In drei Fällen betrug die Rückkehrdauer mehr als 8 Minuten.

Parallelgehend mit der V. V. ist meistens auch die Atemhaltedauer herabgesetzt, und zwar im Inspirium stärker als im Exspirium. Infolgedessen liegt der Index unter 2. Als Mittelwert wurde die Zahl 1,71 errechnet. Die Apnoe wurde exspiriatorisch 13—34 (24) Sek. mit einem durchschnittlichen Abfall nach Belastung um 38,2 %, im Inspirium 20—62 (40) Sek. gemessen. Hier sank die Atemhaltedauer nach Anstrengung um 25,8 % des Ruhewertes. Bei den Untersuchungen zeigte sich übrigens, daß die Ergebnisse bei den Patienten mit Mitralstenose denjenigen der Kranken mit Mitralinsuffizienz gleichzusetzen sind. Sie können also beide unter demselben Gesichtspunkt betrachtet werden.

2. Dekompensierte Linksinsuffizienz.

Während die Belastung von Gesunden und kompensierten Herzkranken durchweg gut vertragen wurde, traten bei den dekompensierten Insuffizienten schon nach ganz kurzer Zeit hochgradige Atemnot und Cyanose auf. Diese Erscheinungen hielten während der ganzen Untersuchung an, so daß die Zeit, während der die V. V. zum Ausgangswert zurückkehrte, mit Ausnahme eines einzigen Falles 8 Minuten und mehr betrug. Die Lungenfaßkraft liegt bei den dekompensierten Vitien besonders tief unter den Soll-V. K.-Werten, im Durchschnitt 1680 ccm. Teilweise ist auch hier kein allzugroßer Abfall nach Anstrengung zu erkennen, da ja schon die Ruhewerte sehr niedrig liegen. Die V. K. sank durchschnittlich auf 84,2 % der Norm. Die Mittelwerte der Atemhaltedauer betrugen im Exspirium 17 Sek. mit einem Abfall nach Belastung von 25,1 % und im Inspirium 28 Sek. mit einem Abfall von 21,6 %. Sie sind mithin um die Hälfte niedriger als bei den gesunden Versuchspersonen. Der durchschnittliche Index beträgt 1,66.

Bei dem Patienten H. Kü. wurde nach 2 Wochen, in denen er eine Fruchtsaftkur mit Strophantingaben durchführte, die

					Exspirium			Inspirium			
Pat.	Diagnose	Soll-V. K.	V. K.	Abfall auf %	v. Bel.	n. Bel.	Abfall um %	v. Bel.	n. Bel.	Abfall um %	Index
E. Th.	Mitralstenose	2970	1700	88,2	14	12	14,3	18	15	16,7	1,29
M. E.	Mitralinsuffiz.	3220	1500	66,7	15	10	33,3	20	19	5,0	1,33
I. R.	Mitral- u. Aorten-insuffizienz	3000	1200	75,0	16	12	25,0	25	16	36,0	1,56
K. B.	Komb. Mitralvitium u. Aorteninsuffiz.	3670	2100	85,7	15	10	33,3	30	23	23,3	2,0
A. L.	Herzinsuffizienz	4120	1700	82,4	30	20	33,3	53	30	43,4	1,77
A. G.	„	3870	1600	93,8	13	13	0,0	22	22	0,0	1,69
H. Kü.	Herzinsuffizienz mit Myokard-schädigung	4200	3500	88,6	15	10	33,3	30	22	26,7	2,0
H. Kü.	„ (nach 16 Tagen)	3950	4800	95,8	40	20	50,0	105	75	28,6	2,62

Tabelle 4.

Dekompensierte Linksinsuffizienz.

Funktionsprüfung wiederholt. Die starken Oedeme sind geschwunden. Aus der daraus bedingten Gewichtsabnahme ergibt sich wiederum eine niedrigere Soll-V. K. als bei der ersten Untersuchung, da die Höhe der Soll-V. K. vom Körpergewicht abhängig ist. Die V. K. ist um 1300 ccm gestiegen und fiel nach Anstrengung nur auf 4,6 Liter, d. h. auf 95,8 % ab. Auch die apnoische Pause zeigt Werte, wie man sie bei Gesunden findet; lediglich die Belastung erweist den noch nicht gänzlich kompensierten Zustand. Die günstigen Ergebnisse unterstreichen den klinischen Erfolg.

		Exspirium				Inspirium				
Pat.	Soll-V. K.	V. K.	Abfall auf %	v. Bel.	n. Bel.	Abfall um %	v. Bel.	n. Bel.	Abfall um %	Index
Fr. B.	3370	3200	93,8	10	7	30,0	32	25	21,9	3,2
M. B.	3100	2500	96,0	25	20	20,0	55	47	14,6	2,2
M. Bg.	3670	3800	89,5	20	20	0,0	42	42	0,0	2,1
W. G.	3750	2800	92,8	27	15	44,4	50	35	30,0	1,85
P. T.	3420	2500	92,0	20	20	0,0	26	26	0,0	1,3

Tabelle 5.

Leichte Myokardschäden.

3. Leichte Myokardschäden.

Wie Tabelle 5 zeigt, sind bei den leichten Myokardschäden die Werte für die Lungenfaßkraft — im Durchschnitt liegt sie ½ Liter unter der Soll-V. K. — und für die Atemhaltedauer im ganzen herabgesetzt. Dagegen ergeben die Messungen nach Anstrengung keinen Unterschied gegenüber denen an Gesunden. Die V. K. fiel im Durchschnitt auf 92,6 % des Ruhewertes ab, der in drei Fällen nach 2 Minuten wieder erreicht war, bei zwei weiteren Patienten aber eine Zeit von mehr als 8 Minuten benötigte.

Die exspiratorische Apnoe betrug im Mittel 20 Sek. mit einem Abfall von 18,9 %, im Inspirium 41 Sekunden und fiel nach Belastung um 13,3 %. Für den Index wurde ein Durchschnitt von 2,13 errechnet.

4. Schwere Myokardschäden.

Da die subjektiven Beschwerden der schweren Herzmuskelschädigung mit ihren Stauungserscheinungen und der

Atemnot denen der dekompensierten Klappenfehler ähneln, stimmen auch ihre Untersuchungsbefunde weitgehendst überein.

Die Vikalkapazität liegt durchschnittlich 810 ccm unter der Soll-V. K. und sinkt nach Belastung auf 66,4 % des Ruhewertes, auf den sie in allen Fällen erst nach 8 Minuten oder nach noch längerer Zeit zurückkehrt.

Die Atemhaltedauer wurde im Exspirium mit 20, im Inspirium mit 30 Sekunden durchschnittlich gemessen. Nach Anstrengung sank sie im ersten Fall um 17,6 %, im zweiten Fall um 13,9 %. Der Index beträgt 1,48.

			Exspirium				Inspirium			
Pat.	Soll-V. K.	V. K.	Abfall auf %	v. Bel.	n. Bel.	Abfall um %	v. Bel.	n. Bel.	Abfall um %	Index
H. V.	3700	2400	91,7	25	17	32,0	40	30	25,0	1,6
K. F.	4780	4800	62,5	12	10	16,7	18	15	16,7	1,5
F. H.	2960	1800	66,7	24	23	4,2	32	32	0,0	1,33
F. H.	2750	3200	53,1	35	30	14,3	35	35	0,0	1,0

Tabelle 6.

Schwere Myokardschäden.

Nach 6 Wochen erfolgreicher Behandlung mit Fruchtsäften und Strophantin wurde bei dem Pat. F. H. eine erneute Funktionsprüfung vorgenommen. Die V. K. war fast um 1,5 Liter gestiegen, fiel nach Belastung aber fast um die Hälfte ab. Die Rückkehrdauer betrug 5 Minuten. Die exspiratorische Apnoe ist um 11 Sekunden verlängert, sonst ist aber bei der Atemhaltedauer keine wesentliche Veränderung eingetreten.

5. Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen.

Wesentliche Unterschiede gegenüber gesunden Versuchspersonen lassen sich hierbei nicht feststellen. Auch die Belastung wurde ohne Schwierigkeit vertragen; bei keinem Patienten zeigte sich eine Dyspnoe. Lediglich die V. K. zeigt einige Abweichungen von der Norm, sie liegt im Mittel etwa 200 ccm unter der Soll-V. K. Nach Anstrengung fällt sie auf 87,3 % ab und erreicht den Ausgangswert in einem Fall nach 5 Minuten, bei den übrigen Patienten nach einer Zeit von mehr als 8 Minuten.

Pat.	Diagnose	Soll-V. K.	V. K.	Exspirium Abfall auf %	Exspirium v. Bel.	Exspirium n. Bel.	Exspirium Abfall um %	Inspirium v. Bel.	Inspirium n. Bel.	Inspirium Abfall um %	Index
K. R.	Arhytmia absoluta	4680	5000	96,0	34	22	35,3	93	75	19,4	2,74
E. S.	„ „	2800	2800	85,7	21	17	19,0	47	28	40,4	2,24
H. Ka.	Extrasystolen	3300	2800	89,3	19	13	31,6	40	32	20,0	2,11
P. K.	Hinterwandinfarkt. 2:1, 3:1 Block. Gelegentlich totale Arhytmie	3390	2800	71,4	31	16	48,4	60	45	25,0	1,94

Tabelle 7.

Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen.

Die Atemhaltedauer erreicht annähernd normale Werte. Der apnoische Index liegt bei 2,26. Im Exspirium erhielten wir einen Mittelwert von 26, im Inspirium einen solchen von 60 Sekunden. Nach Belastung war bei der exspiratorischen Apnoe ein Abfall von 33,6 % zu verzeichnen, die inspiratorische A. P. sank um 26,2 %.

Der Fall P. K. wäre eigentlich wegen des Hinterwandinfarktes zu den Myokardschäden zu rechnen; die Erscheinungen der Reizleitungsstörungen standen aber hier durchaus im Vordergrund, während die Myokardschädigung klinisch weitgehend ausgeglichen war.

6. Hochdruck.

In der letzten Beobachtungsreihe wurden Versuche an Patienten mit Hochdruck verschiedener Genese angestellt. Bei diesen Kranken machte sich die Kreislaufbelastung schon nach kurzer Zeit durch Dyspnoe und große Schwäche bemerkbar. Obwohl klinisch in Ruhe nicht ohne weiteres eine Insuffizienz feststellbar war, erhielten wir, mit Ausnahme beim Pat. R. E., verhältnismäßig schlechte Ergebnisse. Die Lungenfaßkraft lag ½ Liter unter der Soll-V. K. Der Abfall betrug nach Belastung durchschnittlich 84,3 %. Bei zwei Patienten kehrte die V. K. nach 5 Minuten, in den übrigen Fällen nach 8 und mehr Minuten zur Norm zurück.

Im Exspirium vermochten die Versuchspersonen den Atem 27 Sek. lang anzuhalten. Der Abfall nach Anstrengung betrug im Mittel 28,8 %. Nach maximaler Einatmung wurde die A. P. 28 Sek. gemessen mit einem Abfall von 14,3 %. Das Verhältnis von inspiratorischer zu exspiratorischer Apnoe war im Durchschnitt 1,82.

Besprechung der Versuchsergebnisse.

Zur besseren Übersicht seien in Tabelle 9 noch einmal die Untersuchungsergebnisse für alle Krankheitsgruppen zusammengestellt.

Übereinstimmend mit Hofbauer, Pratt und Worringen fanden wir die Vitalkapazität bei Gesunden am höchsten zwischen 20 und 40 Jahren. In höherem Alter fielen dann die Werte allmählich ab. Die Soll-V. K., von uns nach dem Index von Anthony berechnet, lag in der weitaus größten Zahl der Fälle zum Teil sehr beträchtlich unter der gemessenen Vitalkapazität. Wir errechneten aus unseren Er-

Pat.	Diagnose	Soll-V. K.	V. K.	Exspirium Abfall auf %	Exspirium v. Bel.	Exspirium n. Bel.	Inspirium Abfall um %	Inspirium v. Bel.	Inspirium n. Bel.	Inspirium Abfall um %	Index
R. E.	Roter Hochdruck, Arteriosklerose, R. R. 180/95	4050	4000	93,8	26	18	30,8	82	75	8,5	3,15
H. M.	Zentrogene Hypertonie nach Chron. CO-Vergiftung	3560	2800	85,7	26	22	15,4	36	32	11,1	1,38
W. N.	Arteriosklerose der Coronarien, Blutung im Thalamus. R. R. 175/95	3960	3400	73,5	12	10	16,7	20	15	25,0	1,67
P. W.	Essent. Hypertonie	2940	2300	78,3	30	17	43,3	47	37	21,3	1,57
F. W.	Chron. Nephritis. Hypertonie	3050	2500	88,0	40	25	37,5	53	50	5,7	1,33

Tabelle 8.

Hochdruck.

	V. K. in Ruhe	V. K. nach Bel.	Abfall auf %	Exspirator Apnoe A. P.	Durchschn.	Abfall um %	Inspirator Apnoe A. P.	Durchschn.	Abfall um %	Index
Herzgesunde	4200	3990	95,0	18—54	31	22,7	40—110	69	10,7	2,27
Komp. Linksinsuff.	2740	2330	85,0	13—34	24	38,2	20— 62	40	25,8	1,71
Dekomp. Linksins.	1900	1600	84,2	13—30	17	25,1	18— 53	28	21,6	1,66
Leichte Myokardschäden	2960	2740	92,6	10—27	20	18,9	32— 55	41	13,3	2,13
Schwere Myokardschäden	3050	2025	66,4	12—25	20	17,6	18— 40	30	13,9	1,48
Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen	3350	2925	87,3	19—34	26	33,6	40— 93	60	26,3	2,26
Hochdruck	3000	2530	84,3	12—40	27	28,7	20— 82	48	14,3	1,82

Tabelle 9.

gebnissen einen Index von 2,68 für Männer und 2,4 für Frauen. Nach Kreislaufbelastung betrat eine geringfügige Abnahme — im Durchschnitt 95,1 % — der Lungenfaßkraft ein. Die Rückkehrdauer betrug nur in wenigen Fällen 2, am häufigsten sogar 8 und mehr Minuten. Da es sich aber um völlig kreislaufgesunde Menschen handelt, fassen wir diese lange Erholungszeit nicht schon wie Peabody, Schmitz und Wachholder, die für Gesunde neben einem geringen V. K.-Abfall auch eine Rückkehrdauer von höchstens 3 Minuten fordern, als Zeichen einer Herzschädigung auf, sondern nur als Mangel an Training.

Aus den Versuchen von Budelmann geht hervor, daß es infolge erhöhten venösen Zustromes und ungenügender Auswurfsleistung des linken Ventrikels bei Insuffizienten zu einer stärkeren Blutanschoppung in der Lunge kommt. Ob man der Theorie Baschs oder der von Traube den Vorzug geben soll, sei dahingestellt. Die Folge dieser größeren Blutfüllung der Lungen ist eine Abnahme der V. K. Wie die Untersuchungen an den Patienten H. Kü. und F. H. zeigen, geht die Blutanschoppung durch Vergrößerung des Herzminutenvolumens wieder zurück, und es kommt zu einer Zunahme der Vitalkapazität.

Bei den kompensierten Insuffizienten, wie überhaupt bei den meisten Herzkranken, vielleicht mit Ausnahme der leichten Myokardschäden, liegt die Lungenfaßkraft unter der errechneten Soll-V. K., im Gegensatz zu den Angaben von Budelmann, Burton-Opitz und Lundsgaard, die dabei ähnliche Verhältnisse feststellten wie bei Gesunden. Daneben war auch noch ein stärkerer Abfall der V. K. nach Anstrengung zu verzeichnen. Über die Rückkehrdauer lassen sich, wie aus dem oben Erwähnten zu entnehmen ist, schlecht Vergleiche anstellen. Nur bei den leichten Myokardschäden lagen die Belastungswerte im Bereich des Normalen, während bei allen anderen Herzkranken der Abfall recht beträchtlich war. Der Unterschied zwischen den einzelnen Erkrankungen war aber nicht nur aus der Größe der V. K.-Abnahme ersichtlich, sondern vielmehr noch aus der Differenz zwischen dem Soll- und dem Ruhewerte. Diese Tatsache lassen die Klassifizierungen von Herzkranken von Peabody, Schmitz und Wachholder vermissen. Die Einteilungen dieser Autoren richten sich lediglich nach dem Abfall der Vitalkapazität nach Belastung und der Rückkehrdauer zur Norm. Eine derart einseitige Beurteilung weist

unseres Erachtens aber ebensolche Mängel auf wie nur eine Messung der V. K. in Ruhe.

Die Angaben von Amphoux, Fabre, Galamini, Wittich und Polczak, die ein gleichsinniges Verhalten von Lungenfaßkraft und Atemanhaltedauer sahen, konnten wir im Großen und Ganzen bestätigen. Im allgemeinen wurden aber von uns längere Zeiten gemessen als sie von früheren Untersuchungen bekannt sind. Bei den Herzkranken ist die Atemhaltedauer je nach der Schwere des Krankheitsbildes und der Stärke der Dysnoe vermindert. Wie aus den einzelnen Tabellen ersichtlich, ist aber der Abfall nach Belastung derart verschieden groß, daß sich kein bindender Schluß auf die Art der Erkrankung ziehen läßt. Am ehesten ist dies noch mit Hilfe der inspiratorischen Apnoe möglich. Der Index, dessen Wert Eisenschimmel-Eisen betont, betrug bei Gesunden und den leichteren Herzerkrankungen über 2. Bei der Linksinsuffizienz und der Myodegeneratio cordis konnte ein gleichmäßiges Absinken der exspiratorischen und der inspiratorischen A. P. oder ein etwas stärkerer Abfall im Inspirium beobachtet werden, keineswegs aber eine derartige Verminderung, daß bei Ausatmung und bei Einatmung der gleiche Wert und somit ein Index von 1 gemessen wurde. Die Apnoe im Inspirium war immer mindestens um ein Drittel höher als die im Exspirium.

Die Frage nach dem Wert dieser beiden Herzfunktionsprüfungen kann dahingehend beantwortet werden, daß die Messung der Vitalkapazität zur Beurteilung von Herzkranken unbedingt von Bedeutung ist. Eine Zuteilung zu einer bestimmten Gruppe von Herzkrankheiten, wie sie in ähnlicher Form Peabody gegeben hat, ist danach aber doch nicht möglich, wenn auch die Größe der V. K. und der Atemhaltedauer auf die Schwere der Erkrankung schließen lassen.

Vergleicht man die Durchschnittswerte von V. K. und Atemhaltedauer, so zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung innerhalb der einzelnen Krankheitsgruppen. Jedoch ist bei dem einen oder anderen Patienten z. B. die Atemhaltedauer unverhältnismäßig lang gegenüber der niedrigen Lungenfaßkraft. Diese Inkongruenz erschwert die Beurteilung einer Erkrankung nach V. K. und apnoischer Pause. Eine einmalige Untersuchung ist nur dann von Nutzen, wenn extreme Ergebnisse erzielt werden, die entweder das absolute Urteil „Gesund" oder „Herzkrank" zulassen, nicht aber dann, wenn das Ergebnis noch die Grenze des Normalen streift. Deshalb

muß eine Untersuchung nach einiger Zeit wiederholt werden, gegebenenfalls um evtl. den klinischen Erfolg auch hierdurch zu belegen. Zu achten ist vor allen Dingen auf die Differenz zwischen der Soll-V. K. und dem Ruhewert, sowie auf den Abfall nach Anstrengung. Nach dem Verhalten der Atemhaltedauer allein zu urteilen, ist nicht angängig. Dies kann nur mit der V. K. zusammen und zu deren Ergänzung geschehen.

Wichtig ist, worauf besonders Hochrein hinwies, eine fortlaufende Messung der Vitalkapazität bei Sportlern, deren Herz und Kreislauf ständigen Belastungen ausgesetzt sind, damit einer plötzlichen, augenfälligen Abweichung vom Normalen, schon vor Auftreten eines krankhaften klinischen Befundes, durch geeignete Maßnahmen entgegengetreten werden kann.

Bei allem Wert dieser Funktionsprüfungen darf aber nie vergessen werden, daß die Untersuchungsergebnisse stark vom Willen des Patienten abhängig sind, und in Zweifelsfällen die Messungen am folgenden Tage zu wiederholen sind. Nur so sind einwandfreie Ergebnisse zu erzielen.

Zusammenfassung.

Beim Herzgesunden kommt es nach Kreislaufbelastung zu einem kurzen Abfall der V. K., die, je nach dem Trainingszustand der Versuchsperson (Anthony, Hochrein), nach 2 oder mehr Minuten ihren Ausgangswert wieder erreicht. Die apnoische Pause, insbesondere die inspiratorische Atemhaltedauer, ist von dem Füllungszustand der Lungen, d. h. von der Größe der V. K. abhängig. Der Index $\frac{\text{inspiratorische}}{\text{exspiratorische}}$ Apnoe beträgt 2,27.

Bei allen Herzerkrankungen mit seltenen Ausnahmen liegt die V. K. unter der Sollkapazität, entsprechend der Schwere des Krankheitsbildes und der Stärke der Lungenstauung. Auch ist hierbei ein größerer Abfall nach Anstrengung zu verzeichnen. Die A. P. ist im Inspirium stärker herabgesetzt als im Exspirium, so daß sich ein Index von weniger als 2 ergibt. In einigen Fällen erreicht die Atemhaltedauer fast normale Werte; die Insuffizienz zeigt sich dann aber in dem Verhalten der Lungenfaßkraft.

Wenn man auch die Messung der Vitalkapazität und der apnoischen Pause vor und nach Belastung als eine geeignete

Herzfunktionsprüfung bezeichnen kann, so kann und darf sie doch nur als Ergänzung der klinischen Untersuchung gewertet werden. Die Ergebnisse sind immer von dem Willen der Patienten abhängig und eine noch so genaue Methodik kann nicht den geschulten Blick eines Arztes ersetzen.

Zum Schluß der Arbeit möchte ich noch einmal Herrn Professor Dr. G. W. Parade für die Überlassung der Arbeit und die freundliche Unterstützung, die er mir bei den Versuchen und der Ausarbeitung hat angedeihen lassen, meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Schrifttum.

Allen, Edgar V. und Max Hochrein: Ann. int. med. 3, 1077. 1930.
Amar, Jules: Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. des sciences 170, 405. 1920
Anthony, A. J.: Funktionsprüfung der Atmung. Joh. Ambros. Barth, Leipzig 1937.
Binet, Léon und Maurice Bourgeois: Presse Méd. 39, 381. 1920.
Bittorf, A. und J. Forschbach: Z. klin. Med. 70, 474. 1910.
Bohr, Christian: Dtsch. Arch. klin. Med. 88, 385, 1907.
Bowen, Byron D.: Arch. int. med. 31, 579. 1923.
Bruns, Oskar: Med. Klinik. 1524. 1910.
Budelmann, G.: Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforschung. 254. 1933. Z. klin. Med. 127, 15. 1934. Klin. Wschr. 1711. 1937. Klin. Wschr 704. 1937. Klin. Wschr. 1270. 1937.
Burton-Opitz, Russel: Journ. of the americ. med. assoc. 78, 1686. 1922
Calhoun, Alfred J.: J. clin. Invest. 10, 833. 1931.
Drinker, Cecil K., Francis W. Peabody und Herrmann L. Blumgart: Journ. of exp. med. 35, 77. 1922.
Eisenschimmel-Eisen, Otto: Wien. klin. Wschr. 1489. 1936.
Engelhard, Arnold: Dtsch. Arch. klin. Med. 156, 1. 1927.
Fabre, R. und V. Amphoux: C. r. Soc. Biol. Paris. 118, 141. 1935.
Galamini, Antonio: Arch. di fisiol. 22, 445. 1925.
Gönczy, Istvan von: Z. exper. Med. 43, 545. 1924.
Heald, C. B.: Lancet. 199, 736. 1920.
Hochrein, Max und Karl Matthes: Dtsch. Med. Wschr. (Arzt und Sport). 19/20, 91. 1935.
Hochrein, Max: Münch. Med. Wschr. 2038. 1936.
Hofbauer, Ludwig: Z. exper. Med. 89, 17. 1933.
Jackson, C. M. und H. D. Lees: Amer. J. Physiol. 87, 654. 1929.
Mc Kinlay, C. A.: Arch. int. med. 34, 168. 1924.
Lundgaard, Christen: Journ. of the americ. med. assoc. 80, 163. 1923.
Peabody, F. W.: zit. nach Engelhard.
Piolti, Mario: Arch. ist. biochem. ital. 1, 393. 1929. Biologie méd. 20, 198. 1930.
Pratt, Joseph, H.: Americ. journ. of the med. sciences. 164, 819. 1922.
Rabinowitch, J. M.: Arch. int. med. 31, 910. 1923.
Rainoff, Iwan: Z. Konstit. lehre. 13, 531. 1928.
Reinhardt, Rudolf: Dtsch. Arch. klin. Med. 111, 465. 1913.
Rohrwasser, G.: Z. menschl. Vererbungs- u. Konstitutionslehre 19, 484. 1935.
Scherf, D.: Klinik und Therapie der Herzkrankheiten und der Gefäß-Krankheiten. Julius Springer, Wien. 1936.
Schmidt, Otto: Münch. Med. Wschr. 1669. 1928.

Schmitz, Herbert W.: Arch. int. med. 36, 628. 1925.
Schneider, Edward C.: Amer. J. Physiol. 100, 426. 1932.
Schulten, H., G. Budelmann und H. Lippelt: Klin. Wschr. 1017. 1933.
Siebeck, Richard: Dtsch. Arch. klin. Med. 100, 204. 1910. Dtsch. Arch. klin. Med. 107, 252. 1912.
Turner, Abby, H.: Arch. int. med. 46, 930. 1930.
Wayhholder, Kurt: Klin. Wschr. 295. 1928.
West, Howard F.: Arch. int. med. 25, 306. 1925.
Wittich, F. W. und J. A. Polczak: Americ. review of tubercul. 13, 54. 1926.
Worringen: Z. f. d. ges. physikal. Therapie. 31, 132. 1926.
Ziskin, Thomas: Arch. int. med. 35, 259. 1925.
Zoboli, Carlo: Beitr. klin. Tbk. 84, 288. 1934.

Lebenslauf.

Am 22. Mai 1913 wurde ich, Heinz-Joachim Kunith, als Sohn des jetzigen Domänenoberrentmeisters a. D. Ernst Kunith und seiner Ehefrau Käthe, geb. Mroß, in Oppeln geboren. Ostern 1919 trat ich in die dortige Oberrealschule ein, die ich aber bereits im Oktober desselben Jahres infolge Versetzung meines Vaters an das Landwirtschaftsministerium in Berlin verlassen mußte. Ich besuchte das Helmholtz-Gymnasium in Berlin-Schöneberg und ab März 1920 die Volks- und Mittelschule in Sonnenburg/Neumark. Ostern 1925 trat ich in die Quarta des staatlichen Realgymnasiums zu Küstrin über und verließ diese Anstalt nach Ablegung der Reifeprüfung im Frühjahr 1933. Ich studierte Medizin an den Universitäten Marburg, Berlin und Breslau. Während dieser Zeit genügte ich von April bis September 1935 meiner Arbeitsdienstpflicht. Am 6. Juli 1939 bestand ich das medizinische Staatsexamen mit dem Prädikat „Gut". Bis zu meiner Einberufung zum Militär am 29. August 1939 war ich als Medizinalpraktikant am Städtischen Krankenhaus in Liegnitz tätig. Am 1. September 1939 erhielt ich die Bestallung als Arzt. Zur Zeit bin ich Unterarzt bei der Wehrmacht.

Heinz-Joachim Kunith.